

## PERTUKARAN DATA DENGAN TEKNOLOGI NIRKABEL

Ferdinand Gabriel

Laboratorium Interface Sistem Komputer  
Universitas Gunadarma  
ferdinand\_g@gotomy.com ; tripleeks02@yahoo.com

### Abstrak

*Komunikasi nirkabel atau tanpa kabel telah banyak dimanfaatkan oleh manusia dalam segala bidang dan dimanfaatkan untuk membuat suatu alat agar memudahkan manusia untuk melakukan sesuatu atau pekerjaan. Contohnya adalah remote kontrol dan mic wireless.*

*Inti penulisan tugas akhir ini adalah merancang sebuah sistem kontrol sederhana yang mampu menyalakan atau mematikan peralatan elektronika di rumah (dalam hal ini lampu) dengan prinsip remote kontrol nirkabel dan batasan pembahasannya adalah pertukaran data yang terjadi antara penerima dan pemancar agar sistem kontrol tersebut dapat bekerja. Dengan menggunakan teknologi ini diharapkan tidak lagi menghabiskan waktu dan biaya untuk instalasi alat-alat elektronika yang biasanya ada di rumah. Sistem kontrol yang digunakan memiliki modul pemancar dan modul penerima yang berkomunikasi dengan teknik modulasi amplitudo.*

*Kata kunci : Sistem Kontrol, Nirkabel*

### 1. Pendahuluan

Pada saat ini teknologi komunikasi tanpa kabel atau nirkabel telah banyak digunakan di berbagai bidang kehidupan manusia. Komunikasi tanpa kabel adalah komunikasi dengan menggunakan media komunikasi selain kabel. Contohnya antara lain media atmosfer, satelit ataupun serat optik. Komunikasi radio menggunakan gelombang elektromagnetis yang dipancarkan lewat atmosfer atau ruang bebas untuk membawa informasi. Komunikasi dengan menggunakan media satelit digunakan dalam bidang pertelevisian.

Teknologi komunikasi nirkabel telah dimanfaatkan untuk mempermudah manusia untuk melakukan suatu pekerjaan. Penulis menggunakan teknologi ini untuk merancang sebuah prototype dari pengendali perangkat listrik yang dipergunakan di rumah, dalam hal ini adalah saklar lampu. Saklar ini diharapkan dapat dipindah-pindah tanpa harus memikirkan panjang kabel yang dibutuhkan.

Alasan penulis memilih judul Pertukaran Data Dengan Teknologi Nirkabel karena :

- Bersifat sebagai sistem yang cukup rumit, karena terdiri dari pemancar dan penerima, tetapi sangatlah sederhana dalam penerapannya.
- Mencoba menerapkan teknologi nirkabel dalam kehidupan sehari-hari secara nyata dan mudah digunakan.

Dalam penulisan ini, penulis membatasi masalah hanya pada penganalisaan kerja dari alat yang telah dirancang, terutama mengenai komunikasi data digital antara bagian penerima (receiver) dan bagian pemancar (transmitter), serta ketersediaannya (availability) dan daya tahan (reliability) dari sistem/alat yang digunakan untuk penulisan ini.

Ada 2 metode pengumpulan data yang digunakan sebagai metodologi dari penulisan ini.

#### A. Penelitian Alat (Instrument Research)

Penelitian yang dimaksud adalah proses perancangan alat dan pengujian hasil output dari alat tersebut. Selain itu juga dilakukan berbagai analisa baik sebelum maupun sesudah alat selesai dikerjakan. Dari metode ini didapatkan fungsi dari rangkaian yang sudah dibuat. Diharapkan fungsi-fungsi tersebut mendekati dengan apa yang sudah tertulis dalam referensinya. Adanya berbagai perbedaan akan diteliti dan dicari penyebabnya melalui berbagai analisa yang dilakukan pada alat.

#### B. Penelitian Kepustakaan (Library Research)

Penelitian yang dimaksud adalah suatu riset yang dilakukan dengan jalan mengadakan suatu studi literatur dan dengan memperhatikan semua yang telah didapat selama ini di bangku kuliah, yang erat

4. Modul Pemancar, bagian ini yang akan menggabungkan data dan gelombang pembawa dengan modulasi amplitudo.

Sub bagian Address Setting dan Data Setting sudah terintegrasi menjadi satu komponen, yaitu IC SR-12E.

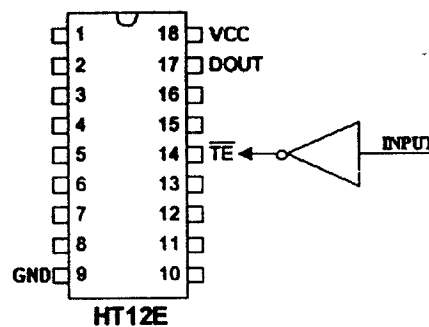
Bagian atau Blok Receiver memiliki tiga sub bagian, yaitu

1. Modul Penerima, bagian ini menerima gelombang pembawa dan data yang sudah dimodulasi dari modul pemancar dan memisahkannya.
2. Address Setting, bagian ini mencocokkan data address setting yang diterima dengan address setting dirinya sendiri. Untuk blok ini digunakan IC SR-12D.
3. Data, bagian ini akan menerima data dan melepas ke output yang sesuai dengan isi data tersebut. Sub bagian Address Setting dan Data merupakan satu komponen yaitu IC SR-12D.

Untuk cara kerja dari alat/sistem ini akan digunakan pendekatan datasheet dari IC HT-12E untuk menggantikan IC SR-12E dan IC HT-12D untuk menggantikan IC SR-12D. Hal ini dikarenakan IC SR-12D dan IC SR12E bersifat terbatas untuk penggunaan tertentu saja (hanya untuk kebutuhan pabrik pembuat IC tersebut) dan antara IC HT-12D dan HT-12E merupakan ekivalen dari IC SR-12D dan SR-12E (hanya pabrik pembuatnya saja yang berbeda, tetapi memiliki fungsi yang sama). Informasi ini diperoleh dari pabrik pembuat IC yang bersangkutan.

#### Cara Kerja Sistem/Alat

Secara keseluruhan kerja sistem ditentukan oleh bagian input. Hal ini dikarenakan tegangan logika hasil keluaran dari input akan dimasukkan ke dalam pin TE dari IC HT-12E yang berfungsi untuk mengatur apakah IC tersebut dapat mentransmisikan data atau tidak.



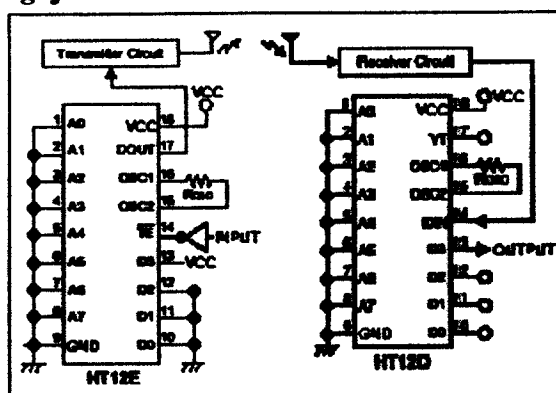
Gambar 5. Rangkaian pengendali dari HT-12E (TX).

Tegangan logika input dapat menentukan apakah IC HT-12E dapat mentransmisikan data yang sudah di-set sebelumnya. Pin TE diberi tanda bar di atasnya, hal ini berarti TE akan bersifat "active low". Hal ini berarti apabila pin 14 dari IC HT-12E diberi masukan "low" (tegangan 0 Volt = GND) maka IC HT-12E akan mengeluarkan datanya yang sudah di-set sebelumnya dari pin 17 (DOUT), tetapi apabila pin 14 mendapat masukan "high" (tegangan 5 Volt = VCC) maka tidak akan ada keluaran dari pin 17 (DOUT). Diberikannya sebuah gerbang logika NOT di depan pin 14 adalah untuk menyamakan terhadap persepsi umum, yang biasanya menganggap masukan "high" untuk menyalakan dan masukan "low" untuk mematikan. Dengan kata lain gerbang logika NOT tersebut digunakan untuk membalikkan nilai tegangan logika yang dihasilkan dari input.

Input yang akan masuk ke IC HT-12E tidak harus sebuah saklar ON-OFF yang tersambung dengan VCC atau GND atau juga keluaran data dari port paralel yang ada di komputer, tetapi semua rangkaian yang mampu memberikan keluaran berupa tegangan logika. Tentunya keluaran rangkaian input itu harus dipengaruhi oleh suatu variabel tertentu, contohnya seperti sensor infra merah. Apabila sensor infra merah tidak mendapat sinar infra merah dari pemancarnya (terpotong) maka ia akan menghasilkan tegangan keluaran yang berbeda dengan bila ia mendapatkan sinar infra merah dari pemancarnya.

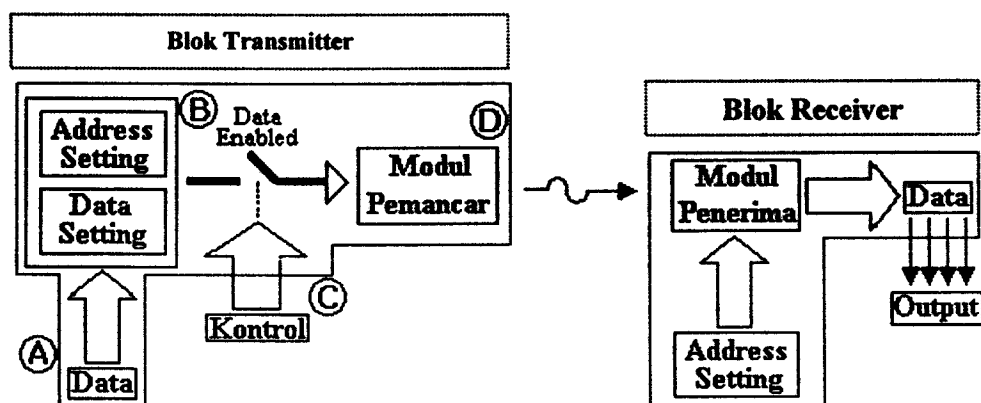
Pada bagian pemancar atau transmitter terdiri dari 2 bagian besar, yaitu bagian Data Setting dan Address Setting dan bagian modul pemancar. Data Setting dan Address Setting dilakukan di IC HT-12E.

### 3. Analisa dan Pengujian Sistem

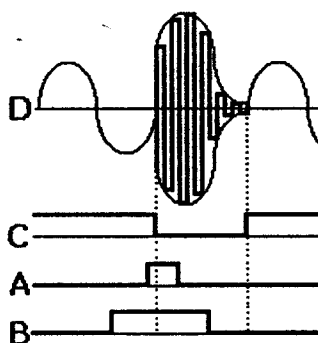


Gambar 2. Skema rangkaian dari sistem yang dianalisa dan diuji.

#### Diagram Blok



Gambar 3. Blok diagram.



Gambar 4. Gambar umum bentuk gelombang pada tiap titik pada blok diagram.

Alat/sistem ini memiliki 2 bagian utama, yaitu bagian Transmitter, yang dikendalikan dari input, dan bagian Receiver, yang langsung dihubungkan dengan output, seperti terlihat pada gambar 3.1.

Bagian atau Blok Transmitter memiliki empat sub bagian, yaitu:

1. Data, bagian ini menentukan nilai data yang akan dimasukkan ke bagian Data Setting.
2. Address Setting, bagian ini akan menentukan kemana data akan dikirim.
3. Data Setting, bagian ini menerima dan men-set nilai data yang diterima dari bagian Data.

Ketiga adalah selisih antara frekuensi-frekuensi gelombang pembawa dan sinyal pemodulasi,  
 $(f_c - f_m)$  Hz (3)

Perlu dicatat bahwa dua di antara frekuensi-frekuensi ini merupakan frekuensi baru, yang dihasilkan oleh proses modulasi dan dinamakan FREKUENSI-FREKUENSI SISI (side frequencies).

Jumlah dari frekuensi-frekuensi gelombang pembawa dan sinyal pemodulasi disebut frekuensi sisi atas (upper side frequency).

Selisih dari frekuensi-frekuensi gelombang pembawa dan sinyal pemodulasi disebut frekuensi sisi bawah (lower side frequency).

Lebar band minimal dari gelombang frekuensi yang telah dimodulasikan adalah

$$(f_c + f_m) - (f_c - f_m) = 2 f_m \quad (4)$$

yaitu merupakan kelipatan dua dari frekuensi sinyal pemodulasi.

Bila sinyal pemodulasi terdiri dari suatu band frekuensi, maka setiap frekuensi individu-individu akan menghasilkan frekuensi-frekuensi sisi atas dan frekuensi-frekuensi sisi bawah masing-masing di sekitar frekuensi gelombang pembawa yang belum dimodulasi, dengan demikian juga akan diperoleh BAND SISI atas dan bawah (upper and lower sidebands).

Karena hal-hal ini, bila lebar band sinyal pemodulasi bertambah maka lebar band dari gelombang yang telah dimodulasi juga akan bertambah dan sistem penyaluran telekomunikasi haruslah sanggup untuk menangani keseluruhan lebar band ini.

### Pendeteksian

Ketika sebarang gelombang yang termodulasi tiba di demodulator, suatu proses “pendeteksian” harus mengubahnya kembali menjadi sinyal aslinya. Pada modulasi amplitudo ada dua tipe utama pendeteksian : pendeteksian sinkron, koheren atau homodyne, dan pendeteksian selubung (envelop).

Pendeteksian sinkron, koheren atau homodyne, yang selanjutnya akan disebut dengan istilah pendeteksian sinkron, meliputi penggunaan sumber pembawa yang diproduksi secara lokal yang memiliki frekuensi dan fase sama dengan sumber pembawa sinyal yang diterima. Transmisinya dikalikan dengan pembawa ini, dan ini memungkinkan sinyal untuk diekstraksi. Beberapa komponen tambahan muncul dengannya yang terdiri atas sideband-sideband yang dipusatkan di sekitar  $2 f_c$ ,  $4 f_c$ ,  $6 f_c$ , dan seterusnya. Ini difilteri dengan suatu low pass filter.

Sekarang hasilnya mirip dengan aslinya tetapi belum berbentuk gelombang yang benar-benar sinkron atau berbentuk persegi; oleh karena itu gelombang tersebut harus ditrim terlebih dahulu. Bila sinyalnya berbentuk biner, penerima (receiver) menafsirkan tiap pulsa sebagai kehadiran bit 1 ataupun 0 dan menghasilkan pulsa baru yang benar-benar persegi, yang mirip dengan aslinya. Ini mungkin cukup dilakukan oleh slicer (pengiris), yang meluruskan tepian pulsa, atau dengan menggunakan suatu sarana untuk meregenerasi bentuk gelombang tersebut. Dalam hal yang terakhir, sumber pengaturan waktu (timing) lokal dapat digunakan sedemikian hingga dihasilkan gelombang yang sinkron waktunya, yang benar-benar baru.

Pendeteksian selubung (envelop) meliputi peralatan dan penghalusan sinyal sedemikian rupa untuk mendapatkan selubungnya (envelopnya). Sekali lagi ini digabungkan dengan slicing dan peregenerasian pulsa baru. Setelah peralatan, dua tingkat awal, akan memberitahu slicer saat memulai bit 0 dan saat mengawali bit 1.

Pada pendeteksian sinkron, untuk menghasilkan gelombang acuan yang berfrekuensi dan berfase sama dengan pembawa, biasanya perlu ditransmisikan beberapa informasi dengan sinyal untuk keperluan ini. Gelombang semacam ini dapat diekstraksikan dari pembawa dan dengan demikian pembawa tidak dapat dipadatkan sepenuhnya. Biasanya ini hanya separuh dipadatkan karena kandungan energinya relatif tinggi.

Pendeteksian selubung (envelop) tidak memerlukan pemproduksi gelombang acuan dan tentu saja sangat lebih murah, karena memproduksi gelombang acuan adalah problem utama pendeteksian sinkron. Namun pendeteksian selubung (envelop) membutuhkan kedua buah sideband dan pembawa amplitudo-penuh. Modulasi amplitudo sideband padat akan mengarah ke suatu bentuk envelop (selubung) yang berbeda dengan sinyal aslinya.

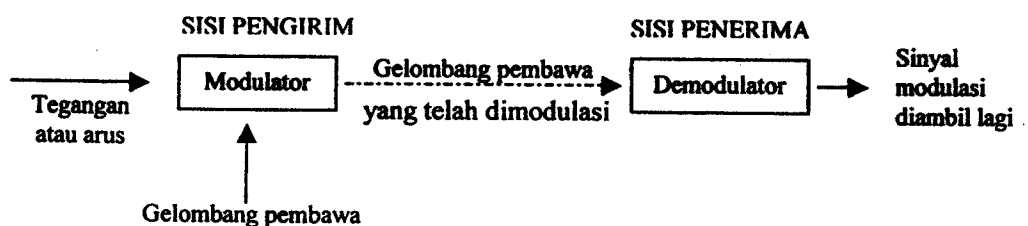
Pada pemilihan pendeteksian, dengan demikian kita memiliki suatu kompromi antara biaya dan kecepatan. Pendeteksian envelop (selubung) memerlukan dua kali bandwidth pendeteksian sinkron karena kedua buah side band harus ditransmisikan. Tetapi pendeteksian sinkron sangatlah lebih rumit dan mahal.

hubungannya dengan pokok bahasan di dalam penulisan ini. Pada metode ini dikumpulkan berbagai referensi pendukung dari buku-buku atau artikel internet yang berhubungan dengan cara kerja rangkaian yang digunakan. Sehingga diharapkan nantinya didapatkan suatu referensi dari elemen-elemen pembentuk rangkaian secara khusus.

## 2. Dasar Teoritis yang Digunakan

### Konsep Modulasi

Modulasi dapat diartikan sebagai proses penyisipan atau penitipan sinyal-sinyal informasi pada sinyal pembawa pada sisi akhir dari alat pengirim atau pemancar. Proses ini menggunakan kemudahan frekuensi yang lebih tinggi, dengan panjang gelombang lebih pendek untuk menyalurkan sinyal-sinyal dengan frekuensi rendah.



Gambar 1. Prinsip sederhana proses modulasi suatu sistem telekomunikasi.

Modulasi dari gelombang pembawa dapat diperoleh dengan cara mengubah-ubah beberapa karakteristik dari gelombang pembawa tersebut yang dilakukan oleh sinyal-sinyal informasi. Ketika kita menggunakan pembawa gelombang-sinus untuk “membawa” data, ada 3 parameter yang dapat kita modulasikan: amplitudonya, frekuensinya, dan fasenya. Pembawa gelombang-sinus dapat digambarkan melalui persamaan :

$$a_c = A_c \sin ( 2 \Pi f_c t + \theta_c ) \quad (1)$$

dimana,  $a_c$  adalah harga seketika voltase pembawa pada waktu  $t$ ,  
 $A_c$  adalah amplitudo maksimum voltase carrier,  
 $f_c$  adalah frekuensi pembawa, dan  
 $\theta_c$  adalah fasenya.

Harga-harga dari  $A_c$ ,  $f_c$ , dan  $\theta_c$  dapat divariasi untuk membuat si gelombang membawa informasi. Untuk pembahasan lebih dalam disini adalah modulasi amplitudo, karena tipe modulasi inilah yang digunakan oleh alat yang diteliti dalam penulisan ini.

### Modulasi Amplitudo

Modulasi amplitudo adalah suatu proses modulasi dengan cara mengubah amplitudo gelombang pembawa yang dilakukan oleh sinyal informasi.

Gelombang pembawa yang belum dimodulasikan mempunyai harga amplitudo maksimum yang tetap dan frekuensi yang lebih tinggi daripada sinyal pemodulasi (sinyal informasi), tetapi bila sinyal pemodulasi telah disisipkan, maka harga amplitudo maksimum dari gelombang pembawa akan berubah-ubah sesuai dengan harga-harga sesaat dari sinyal pemodulasi tersebut. Dan bentuk gelombang luar atau sampul dari harga-harga amplitudo gelombang yang telah dimodulasi tersebut adalah sama dengan bentuk gelombang sinyal informasi yang asli atau dengan perkataan lain gelombang sinyal pemodulasi telah diselipkan pada gelombang pembawa.

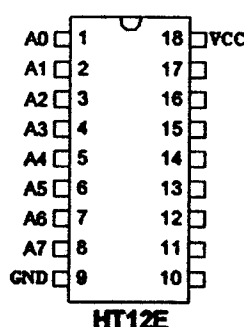
Dapat diperlihatkan dengan analisa matematik, bahwa bila suatu gelombang pembawa sinusoidal dengan frekuensi  $f_c$  Hz dimodulasi amplitudo oleh suatu sinyal pemodulasi dengan frekuensi  $f_m$  Hz, maka gelombang pembawa yang telah dimodulasikan tersebut akan mempunyai tiga frekuensi sebagai berikut:

Satu adalah frekuensi pembawa asli,  $f_c$  Hz.

Kedua adalah jumlah frekuensi gelombang pembawa dan sinyal pemodulasi,

$$( f_c + f_m ) \text{ Hz} \quad (2)$$

### Address Setting untuk TX

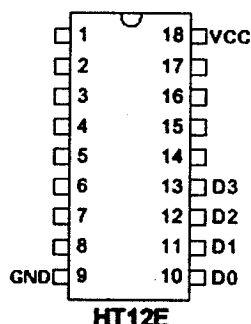


Gambar 6. Letak pin untuk Address Setting pada IC HT-12E

Address Setting pada IC HT-12E dilakukan pada pin 1 sampai dengan pin 8 ( A0 – A7 ) sebanyak 8 bit. Pen-set-an data dari IC HT-12E ini haruslah disamakan dengan pen-set-an data pada IC pasangannya yang terletak pada modul penerima (receiver), yaitu IC HT-12D. Fungsi dari Address Setting ini kurang lebih sama dengan pemberian ID, sehingga hanya penerima (receiver) yang memiliki ID yang sama dengan pengirim (transmitter) yang dapat menerima data dari pengirim (transmitter) tersebut. Dengan cara seperti ini diharapkan tidak terjadi kesalahan penerimaan data, atau dengan kata lain penerima (receiver) tidak menerima dan melakukan perintah atau data yang seharusnya tidak ditujukan untuknya.

Pada rangkaian atau alat yang dirancang untuk penulisan ini, baik IC HT-12E (di transmitter) maupun IC HT-12D (di receiver), semua pin address settingnya di-ground-kan.

### Data Setting untuk RX



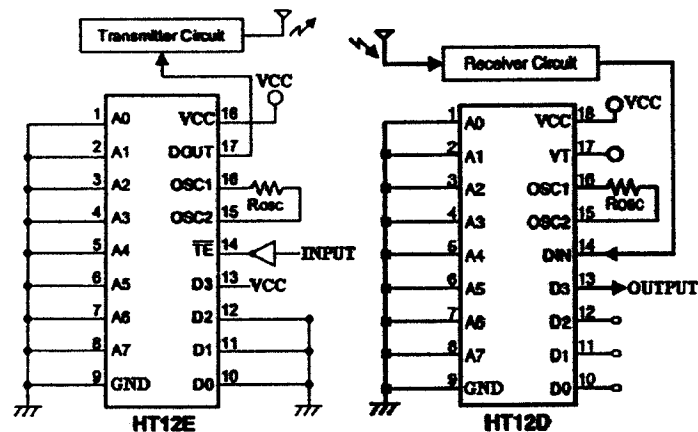
Gambar 7. Letak pin untuk Data Setting pada IC-HT12E

Data Setting untuk IC HT-12E dilakukan pada pin 10 sampai dengan pin 13 (D0 – D3) sebanyak 4 bit. Data yang di-set pada IC HT-12E inilah yang nantinya akan diterima oleh IC HT-12D (yang memiliki address setting yang sama) yang dipasang pada bagian penerima. Sebagai contoh, apabila diberikan urutan nilai tegangan logika 1101 dari D0 sampai D3 (D0 =1, D1 = 1, D2 = 0, D3 = 1), maka urutan inilah yang akan diterima pada IC HT-12D yang dipasang pada bagian penerima.

Pada rangkaian atau alat yang dirancang untuk penulisan ini, data setting untuk IC HT-12E disesuaikan dengan output yang akan dikontrolnya. Hal ini dikarenakan tiap transmitter memiliki receiver masing-masing (dibuat berpasangan), sehingga tiap IC HT-12E pada transmitter langsung di-set sesuai dengan pin data mana di IC HT-12D yang dihubungkan dengan output.

Setelah data setting dan address setting dilakukan, data dari data setting dan address setting akan disinkronisasikan menjadi sebuah sinyal data yang keluar dari pin DOUT IC HT-12E. Sinyal data inilah yang akan dimodulasi dengan sinyal pembawa dan sekaligus akan dipancarkan oleh modul

pemancar. Teknik modulasi yang digunakan adalah modulasi amplitudo. Sinyal modulasi ini akan diterima oleh modul penerima dan dipisahkan antara sinyal data dengan sinyal pembawanya. Sinyal data akan dimasukkan ke pin DIN pada IC HT-12D.



Gambar 8. Gambar salah satu rangkaian yang mengendalikan output yang dihubungkan dengan pin D3 dari IC HT-12D.

Nilai data yang diterima oleh pin DIN IC HT-12D akan dicocokkan dengan address setting dari IC HT-12D itu sendiri. Dalam hal ini adalah pin A0 sampai dengan A7 dan pada gambar 3.5. terlihat bahwa setting A0 – A7 dari kedua IC tersebut adalah semuanya di-ground-kan. Setelah data address dari IC HT-12E dengan address setting pada IC HT-12D sesuai, maka data dari data setting IC HT-12E akan dilepas ke pin-pin data dari IC HT-12D. Sesuai pada gambar 3.5. maka data dari IC HT-12E (D0 = 0, D1 = 0, D2 = 0, D3 = 1) akan menjadi data output dari IC HT-12D (D0 = 0, D1 = 0, D2 = 0, D3 = 1). Pada gambar 3.5. output terhubung dengan pin D3 dari IC HT-12D, hal ini berarti rangkaian lengkap pada gambar 3.5. akan mengendalikan peralatan elektronik yang terhubung pada pin D3 tersebut. Output dari rangkaian pada gambar 3.5. tidak harus berupa peralatan elektronik, tetapi dapat juga berupa masukan tegangan logika ke port paralel yang terdapat pada komputer.

#### Cara Pengoperasian Alat

Untuk mengoperasikan alat/sistem tidaklah terlalu sulit, yang harus diingat adalah menyamakan address setting dari IC HT-12E di pemancar dan IC HT-12D yang ada di penerima. Setelah itu haruslah ditentukan data ke berapa yang akan menjadi outputnya. Hal ini dibutuhkan agar peng-set-an data D0 – D3 dapat dilakukan pada HT-12E.

Input yang akan masuk ke pin TE dari HT-12E akan ditentukan oleh sebuah saklar ON/OFF 3 kaki, yang salah satu kaki pinggirnya terhubung dengan VCC sedangkan kaki pinggir lainnya terhubung ke ground. Kaki tengahnya sendiri akan terhubung langsung dengan pin TE dari IC HT-12E. Apabila saklar ON/OFF menghubungkan pin TE dengan VCC maka HT-12E akan mentransmisikan data dan akan dipancarkan melalui modul pemancar, setelah itu akan diterima oleh modul penerima, lalu dilakukan proses demodulasi dan data akan dilepas ke pin-pin data dari IC HT-12D. Maka rangkaian elektronik yang terhubung pada pin data dari IC HT-12D akan bekerja (dengan catatan address setting sudah disesuaikan dan data yang diaktifkan di IC HT-12E yang terletak di pemancar sudah disesuaikan dengan letak output yang akan dikendalikan).

#### Pengujian Sistem/Alat

Pengujian sistem/alat meliputi 2 pengujian utama, yaitu pengujian ketersediaan (Availability Test) dan pengujian daya tahan (Reliability Test). Inti pengujian ketersediaan adalah kemampuan dari alat untuk bekerja dengan batasan waktu yang sudah ditentukan, sedangkan pengujian daya tahan adalah melihat kemampuan kerja alat berdasarkan jarak dan penilaian kerja alat bila diberikan berbagai gangguan seperti gangguan sinyal elektromagnetik dari peralatan elektronik yang menggunakan frekuensi (seperti hand phone, televisi, radio, dan hair dryer), gangguan suhu (perubahan suhu) serta mencoba memasukkan alat ke dalam Sangkar Faraday.

#### 4. Kesimpulan dan Hasil Akhir Percobaan

Dari hasil data pengujian dan analisa kuantitatif yang telah dilakukan terhadap 3 sistem / alat, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Alat memiliki nilai ketersediaan yang sangat baik selama pengujian, yaitu selama 35 hari penuh dalam keadaan stand by. Hal ini dibuktikan dengan nilai ketersediaan (Availability) yaitu 99,98 %, yang berarti alat hampir tidak pernah mengalami kegagalan fungsi selama proses pengujian.
2. Alat yang diujikan memiliki standar kualitas yang berbeda-beda. Hal ini dapat dilihat pada daya jangkauan alat yang berbeda-beda walaupun medan ujinya sama. Hal ini dimungkinkan karena kualitas komponen yang digunakan tidak sama dan juga karena kondisi ketersediaan komponen di pasaran Indonesia belumlah memadai.
3. Alat tetap dapat beroperasi dengan baik dan tidak mengalami kegagalan fungsi dari kisaran suhu 40°C sampai -4°C. Berarti alat yang diujikan ini cocok untuk iklim Indonesia secara umumnya, tanpa memandang faktor kelembaban (karena tidak diujikan di sini).
4. Alat (terutama bagian penerimaanya) tidak dapat diletakkan berdekatan dengan Hand Phone, karena akan mengakibatkan kesalahan penerimaan data yang cukup parah, yaitu dengan tingkat kesalahan 67% dari data pengamatan yang diambil pada saat pengujian alat.
5. Alat tidak dapat bekerja di sebuah ruangan tertutup yang terbuat dari bahan logam dengan model Sangkar Faraday, apabila salah satu sisi dari ruangan tersebut tidak dalam keadaan terbuka.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Malvino, Albert Paul., **Prinsip-prinsip dan Penerapan Digital**, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1987.
- [2] Roddy, Dennis and John Coolen, **Electronics Communications Third Edition**, Prentice Hall, International, Inc., Virginia, 1984..
- [3] Smale, P. H., **Sistem Telekomunikasi I**, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1995.
- [4] Subiyantoro, **Seri Diktat Kuliah Gunadarma : Telekomunikasi dan Komputer**, Penerbit Gunadarma, Jakarta, 1996.
- [5] **Buletin Informasi Praktis Elektronika Nomor 5, Paket 2**, Penerbit PT. Multimedia Gramedia Grup, Jakarta, 1986.
- [6] URL:<http://www.ece.msstate.edu/~donohoe/ece4990notes2.pdf>
- [7] URL:[http://www.saecollege.de/reference\\_material/~pages/~Coefficient%20Chart.htm](http://www.saecollege.de/reference_material/~pages/~Coefficient%20Chart.htm)